

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 01041649  
PUBLICATION DATE : 13-02-89

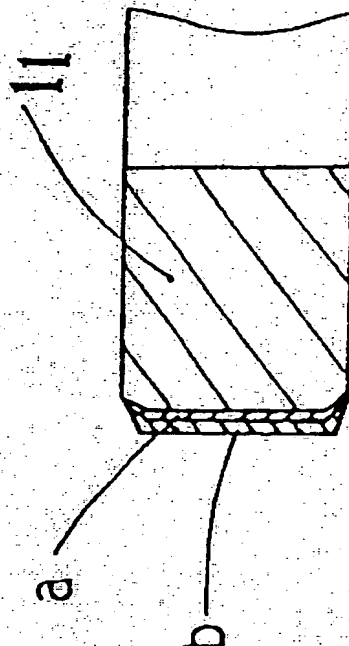
APPLICATION DATE : 05-08-87  
APPLICATION NUMBER : 62195757

APPLICANT : RIKEN CORP;

INVENTOR : SHINADA MANABU;

INT.CL. : F02F 5/00 F16J 9/26

TITLE : PISTON RING



**ABSTRACT :** PURPOSE: To enable formation of a plated layer having excellent adhesion and slide characteristics, by a method wherein a composite dispersion nickel plated strike layer containing no phosphorus and a composite dispersion plated layer containing phosphorus are laminated on the outer peripheral surface of a piston ring.

**CONSTITUTION:** A composite dispersion nickel strike plated layer (a) and a composite dispersion nickel plated layer (b) containing phosphorus are orderly laminated on the outer peripheral surface of a piston ring 11 to produce a piston ring durable to a severe using condition. In the plated layer (a), 5-30vol.% rigid particles being metallic nitride, metallic carbide, or metallic oxide with a grain size of 0.2-10 $\mu$ m are dispersed in a nickel substrate to form the nickel strike plated layer with a thickness of 2-20 $\mu$ m. The plated layer (b) is formed in a manner that 5-30vol.% rigid particles being metallic nitride, metallic carbide, or metallic oxide with a grain size of 0.2-10 $\mu$ m are dispersed in a substrate of a nickel alloy containing 10-50wt.% cobalt and 2-10wt.% phosphorus.

**COPYRIGHT:** (C)1989,JPO&Japio

Best Available Copy

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-41649

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

F 02 F 5/00

識別記号

庁内整理番号

A-7708-3G

E-7708-3G

L-7708-3G

F-7708-3G

C-7523-3J

⑬ 公開 昭和64年(1989)2月13日

F 16 J 9/26

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 ピストンリング

⑮ 特 願 昭62-195757

⑯ 出 願 昭62(1987)8月5日

⑰ 発 明 者 品 田 学 新潟県柏崎市北斗町1-37 株式会社リケン 柏崎事業所内

⑱ 出 願 人 株式会社 リケン 東京都千代田区九段北1丁目13番5号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ピストンリング

## 2. 特許請求の範囲

1 内燃機関用ピストンリングにおいて、該ピストンリングの外周摺動面に、ニッケル基地中に粒径0.2~10 $\mu$ mの金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している2~20 $\mu$ mの厚さの複合分散ニッケルストライクめっき層を有し、更にその上にコバルトを10~50重量%、燐を2~10重量%含有するニッケル合金でなる基地中に粒径0.2~10 $\mu$ mの金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を有する内燃機関用ピストンリング。

2 内燃機関用ピストンリングにおいて、該ピストンリングの外周摺動面に、ニッケル基地中に粒径0.2~10 $\mu$ mの金属の窒化物、金属の炭化物又は

金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している2~20 $\mu$ mの厚さの複合分散ニッケルめっきストライク層を有し、更にその上にコバルトを10~50重量%、燐を2~10重量%含有するニッケル合金基地中に粒径0.2~10 $\mu$ mの金属の窒化物、金属の炭化物、又は金属の酸化物である硬質粒子と粒径0.2~10 $\mu$ mの固体潤滑材粒子を合せて5~30容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を有する内燃機関用ピストンリング。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は改良されたピストンリングに係り、更に詳しくは複合分散めっきの密着性と摺動特性を改善した内燃機関用ピストンリングに関する。

(従来技術と問題点)

近年、内燃機関の軽量化と高出力化に伴いピストンリングに要求される品質が高度になってきている。従来、内燃機関用ピストンリングにはその

耐久性を改善する手段として摺動面に硬質クロムめっき処理や溶射処理あるいは窒化処理等の耐摩耗表面処理が施されている。これらの表面処理のうち特に窒化処理は優れた耐摩耗性を示すことから過酷な運転条件の下で使用されるピストンリングの表面処理として注目されている。しかしながら、窒化処理層は耐摩耗性に優れる反面、耐焼付性に関しては硬質クロムめっき層や溶射層に比べ必ずしも十分であるとは云えず、過酷な運転条件での使用に際して異常摩耗を発生する。

最近、耐摩耗性や耐焼付性に優れているニッケル-コバルト-燐の基地に硬質粒子を分散させた複合分散めっきが使用されてきた。しかしながら、燐を含有する複合分散めっき皮膜をクロム鋼に施した場合特に実用に供する皮膜の厚さや硬さを高めたものは過酷な運転条件での使用に際し、母材との境界面より剥離したり、異常摩耗を発生することがあり、なお改善が望まれていた。

#### (目的)

- 3 -

0.2~10 $\mu\text{m}$ の金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している2~20 $\mu\text{m}$ の厚さの複合分散ニッケルストライクめっき層を有し、更にその上にコバルトを10~50重量%、燐を2~10重量%含有するニッケル合金基地中に粒径0.2~10 $\mu\text{m}$ の金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子と粒径0.2~10 $\mu\text{m}$ の固体潤滑材粒子を合せて5~30容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を有する内燃機関用ピストンリングである。

#### (作用)

第1の発明において、第1図に示すように前記の母材と複合分散めっきとの密着力を強くするために燐を含まないニッケルめっきのストライク層aを形成させる。このニッケルストライクめっき層aはストライクめっき層の耐焼付性を上げるため0.2~10 $\mu\text{m}$ 、好ましくは0.5~5 $\mu\text{m}$ の粒径の硬質粒子の分散層を形成させる。従来、密着力を強くする方法として単純なニッケルめっきストライ

クは上記に鑑み、過酷な使用条件においても外周摺動面の複合分散めっき層の良好な密着性と摺動特性を示す内燃機関用ピストンリングを提供することを目的としてなされたものである。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明では上記の目的を達成するピストンリングとして、第1の発明として、ピストンリングの外周摺動面に、ニッケル基地中に粒径0.2~10 $\mu\text{m}$ の金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している2~20 $\mu\text{m}$ の厚さの複合分散ニッケルストライクめっき層を有し、更にその上にコバルトを10~50重量%、燐を2~10重量%含有するニッケル合金でなる基地中に粒径0.2~10 $\mu\text{m}$ の金属の窒化物、金属の炭化物又は金属の酸化物である硬質粒子を5~30容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を有する内燃機関用ピストンリングであり、第2の発明として、ピストンリングにおいて、該ピストンリングの外周摺動面に、ニッケル基地中に粒径

- 4 -

クが使われているが単純なニッケルめっき層では耐焼付性や耐摩耗性が劣り、密着性は十分であるが摺動面としては不十分であった。

ニッケル-コバルト-燐の複合分散めっき層の耐焼付性、耐摩耗性を上げるため熱硬化処理すると $\text{Ni}_3\text{P}$ の生成が起こり母材との密着力が低下する。そこで本発明では、熱硬化処理を施しても $\text{Ni}_3\text{P}$ を生成しない皮膜、つまり燐を含有しない硬質粒子分散めっき層を中間層として介在させることを特徴とする。この複合分散ストライクめっき層の厚さは、これが過度に薄いと十分な密着力の効果が得られなくなる。本発明ではニッケル複合分散ストライクめっき層の厚さは2 $\mu\text{m}$ 以上にすることが必要である。

反面、ニッケル複合分散ストライクめっき層aの厚さを厚くすることは、ニッケル-コバルト-燐複合分散めっき層bが摩耗により消失しストライクめっき層aが摺動面として作用した場合、ニッケル-コバルト-燐複合分散めっき層bより劣るので早く外周摩耗が多くなり、リング合口間隙の増大

- 5 -

- 6 -

が進行しピストンリングの気密特性の劣化が発生する懸点がある。それ故、本発明ではニッケル複分散ストライクめっき層の厚さは $20\mu\text{m}$ 以下とし、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下とする。

硬質粒子の分散量及び粒径は形成するストライクめっき層の厚さとも関係するが、これが過度に多い場合や大きい場合にはめっき層が脆くなると共に、摺動相手材の摩耗を増大させるので本発明では分散量については、30容積%以下に、粒径については $10\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。分散量が5容積%未満、粒径が $0.2\mu\text{m}$ 未満では耐焼付性及び耐摩耗性において効果が十分に発揮されない。ここで用いられる硬質粒子としては、金属の窒化物例えば $\text{TiN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、金属の炭化物例えば $\text{TiC}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ 、金属の酸化物例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 等である。

ストライクめっき層の上に更にニッケル-コバルト-燐複分散めっき層bを形成する。該複分散めっき層bにおいて、コバルトは耐焼付性、耐摩耗性及び耐蝕性を高め皮膜の靱性強度を上げ

るのに有効に作用する。この効果のためには10重量%以上の含有が望ましい。50重量%を超えてもその効果に著しい変化はなく経済的ではない。

燐の含有はめっき基地の硬度を上げ耐摩耗性の向上に有効に作用する。この効果のためには2重量%以上の含有が望ましい。しかし、10重量%を超えて多量に含有するとめっき基地を脆弱にするので10重量%以下とするのが良い。

硬質粒子の種類、分散量及び粒径は前記の複分散ストライクめっき層における各々と同様である。

第2の発明において、ニッケル基複分散のストライクめっき層aの上にニッケル-コバルト-燐複分散めっき層bを形成する場合、分散材として硬質粒子の他に固体潤滑材を添加することが大きな特徴である。他は第1の発明と同様である。

固体潤滑材粒子としては、二硫化モリブデン、二硫化タングステン又はボロンナイトライド等であり、粒径は硬質粒子と同様に $0.2\sim 10\mu\text{m}$ で $0.2\mu\text{m}$ 未満では耐焼付性及び耐摩耗性の効果が少なく、

- 7 -

$10\mu\text{m}$ とを超えた場合はめっき層が脆くなるとともに摺動相手材の摩耗を増大させる。分散量は硬質粒子と合わせて5容積%未満では耐焼付性及び耐摩耗性の効果が少なく、30容積%を超える場合はめっき層が脆くなるとともに摺動相手材の摩耗を増大させる。

#### (実施例)

##### (1)耐焼付性試験

合金鋼SUS440B(C:0.75~0.95%, Si:1.0%以下、Mn:1.0%以下、P:0.04%以下、Ni:0.60%以下、Cr:16.0~18.0%, Mo:0.75%以下)に、ニッケル基地中に粒径が $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の窒化珪素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )が10容積%分散しているストライクめっき層を厚さ $5\mu\text{m}$ 形成し更にその上にコバルト25重量%、燐5重量%含有しているニッケル基地中に窒化珪素を10容積%分散している複分散めっき層を形成した試料(A)、ニッケル基地中に粒径が $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の窒化珪素をが10容積%分散しているストライクめっき層を厚さ $5\mu\text{m}$ 形成し更にその上にコバルト25重量%、

- 8 -

燐5重量%含有しているニッケル基地中に粒径が $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の窒化珪素と粒径が $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の二硫化モリブデンを10容積%分散している複分散めっき層を形成した試料(B)、硬質クロムめっきを形成した試料(C)、窒化層を形成した試料(D)を作製し、(A)、(B)を $400^\circ\text{C}$ で1時間熱処理を施し耐焼付性試験を行った。

試験装置は第2図及び第3図に要部を図解的に示すもので、ステータホルダ1に取外し可能に取り付けられた直径80mmの円板3の中央には裏側から注油孔4を通して潤滑油が注油される。ステータホルダ1には図示省略した油圧装置によって図において右方に向けて所定圧力で押圧力が作用するようにしてある。円板3に相対向してロータ5があり、図示省略した駆動装置によって所定速度で回転するようにしてある。ロータ5に取外し可能に取り付けられた試験片保持具6には5mm角、高さ10mmの試験片7が同心円状に等間隔に4個取付けてある。このような装置においてステータホルダ1に所定の押圧力をかけ、所定の面圧で円板

- 9 -

—375—

- 10 -

(相手材)3と試験片7とが接触するようにしておいて、注油孔4から摺動面に所定給油速度で給油しながらロータ5を回転させる。この試験装置により次のような方法で耐焼付性試験を行った。即ち、試験片7を円板3に摺動させ、一定時間毎にステータホルダ1に作用する圧力を段階的に増加しながら試験片7と円板3との間の摩擦によってステータホルダ1に生ずるトルク(摩擦力)Fを第2図に示すスピンドル8を介してロードセル9に作用せしめ、その変化を動歪計10で読む。トルクFが急激に上昇したとき、焼付が生じたものとし、そのときの接触面圧を以て焼付発生面圧とし、その大小を以て耐焼付性の良否を判断する。

試験条件は次に示す通りである。

摩擦速度：8m/sec

潤滑油：モーターオイル#30

接触面圧：40kg/cm<sup>2</sup>から3分間経過毎に10kg/cm<sup>2</sup>づつ上昇させる。

試験結果は第4図に示す通りである。同図から

- 11 -

、コバルトが25重量%、燐が5重量%含有しているニッケル基地中に粒径0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素を10容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を形成(C)し400℃で1時間の熱処理を施し密着性試験を行った。

試験装置は第6図に要部を図解的に示すもので、ピストンリング11の合口11aの相対向する合口端部を握持具12a、12bで握持し、握持具12aを固定しておいて、握持具12bをピストンリング11の合口反対側11bを軸として破線で示されるように回転してピストンリング11を捻じり、所定の捻じり角度毎にピストンリング11の合口反対側11bにおけるめっき層の剥離の有無を目視で観察するツイスト試験を行った。試料(A)、(B)、(C)の夫々に40 $\mu$ m、60 $\mu$ m、80 $\mu$ m、100 $\mu$ m、120 $\mu$ m、140 $\mu$ mのめっき厚さを形成させた。試験結果は第5図に示す。第5図から明らかなように、下地にストライクめっき層を形成させその上に複合分散ニッケルめっき層を形成させた試料(A)、(B)は良好な密着性を示し、直接燐含有

- 13 -

判るように本発明の(A)、(B)は硬質クロムめっきや窒化層に比較して耐焼付性が大幅に改善されている。

## (2)密着性試験

耐焼付性試験に使用したと同質の鋼材(SUS440B)で呼び径×巾×厚さが81×1.5×3.3mmのピストンリングを製作しその摺動面に、ニッケル基地中に粒径が0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素が10容積%分散しているストライクめっき層を厚さ5 $\mu$ m形成し、更にその上にコバルトが25重量%、燐が5重量%含有しているニッケル基地中に粒径が0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素を10容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を形成(A)、ニッケル基地中に粒径が0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素が10容積%分散しているストライクめっき層を厚さ5 $\mu$ m形成し、更にその上にコバルトが25重量%、燐が5重量%含有しているニッケル基地中に粒径0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素と粒径0.3~5 $\mu$ mの固体潤滑材粒子を合わせて10容積%分散している複合分散ニッケルめっき層を形成(B)

- 12 -

複合分散ニッケルめっき層を形成した試料(C)は低い角度で母材からめっき層の剥離が発生する。

## (3)実機試験

呼び径×巾×厚さが81×1.5×3.3mmの鋼製第1圧力リングに本発明の複合分散めっきを施しボア径81mm、4気筒水冷過給機付ガソリンエンジンに組付け、7300r.p.m.の回転数で100時間の高速耐久を行いピストン摺動面及び鋳鉄(FC25)製シリンダライナの内周面の摩耗量及び皮膜剥離や焼付発生等の不具合を調べた。

ピストンリング(材質SUS440B)の摺動面に、ニッケル基地中に粒径0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素を10容積%分散しているストライクめっき層を5 $\mu$ m形成し、更にその上にコバルトを25重量%、燐を5重量%含有しているニッケル基地中に粒径0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素を10容積%分散している複合分散めっき層を形成した試料(A)、ニッケル基地中に粒径0.3~5 $\mu$ mの窒化珪素を10容積%分散しているストライクめっき層を5 $\mu$ m形成し、更にその上に

- 14 -

コバルトを25重量%、燐を5重量%含有しているニッケル基地中に粒径 $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の硬質粒子と粒径 $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の固体潤滑材粒子を合わせて10容積%分散している複分散めっき層を形成した試料(B)、コバルトを25重量%、燐を5重量%含有しているニッケル合金基地中に粒径 $0.3\sim 5\mu\text{m}$ の窒化珪素を10容積%分散している複分散めっき層を形成している試料(C)を作製し、 $400^{\circ}\text{C}$ で1時間の熱処理を施した。又硬質クロムめっき層を形成した試料(D)を作製し、(A)、(B)、(C)、(D)のめっき厚さを夫々 $100\mu\text{m}$ とし試験を行った。試験結果を第1表に示す。本発明のピストンリング且つシリンダライナの摩耗も少なく皮膜の剥離や焼付の発生も無く良好であった。下地にストライクめっき層のないものは剥離が発生した。

(以下余白、つぎ頁へ続く)

第1表

試料	マイクロ ビッカース 硬度 (HV)	ピストン リング量 摩耗量 ( $\mu\text{m}$ )	シリンダ ライナー 摩耗量 ( $\mu\text{m}$ )	皮膜剥離 の有無	スカッフ リング発生 の有無
(A)	960	6.5	2.5	無	無
(B)	930	6.0	2.0	無	無
(C)	960	6.5	2.7	有	無
(D)	920	20.5	5.6	無	無

## (効果)

本発明は過酷な使用条件においても耐焼付性、耐摩耗性が優れた摺動皮膜を有し、該皮膜の密着性が良好なで耐久寿命を向上させたピストンリングで産業上の利用価値は大きい。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すピストンリングの断面模式図、第2図は耐焼付性試験の試験装

- 15 -

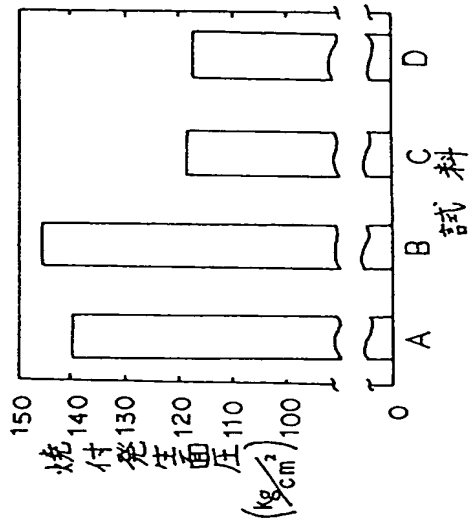
置の要部を示す一部破砕図、第3図は第2図のX-X線矢視図、第4図は耐焼付性試験の結果を示す図、第5図は密着性試験の結果を示す図、第6図は密着性試験の試験装置を示す模式図である。図中：1…ステータホルダ、2…摺動面、3…円板、4…注油孔、5…ロータ、6…試験片保持具、7…試験片、8…スピンドル、9…ロードセル、10…動歪計、11…ピストンリング、11a…合口部、11b…合口反対側、12a、12b…握持具、a…燐を含まないストライクめっき層、b…燐含有複分散めっき層

- 16 -

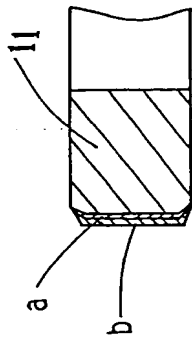
出願人 株式会社 リケン

- 17 -

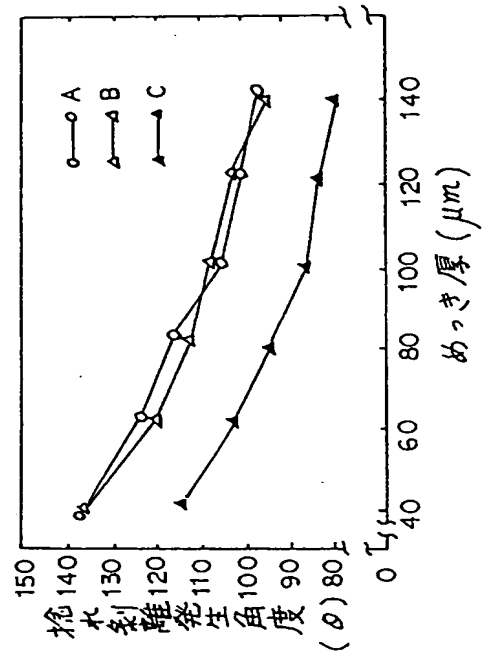
—377—



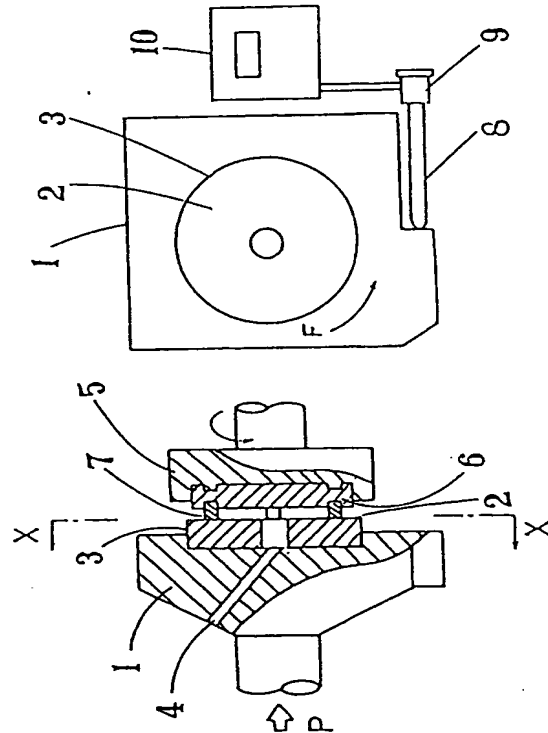
第 1 図



第 4 図

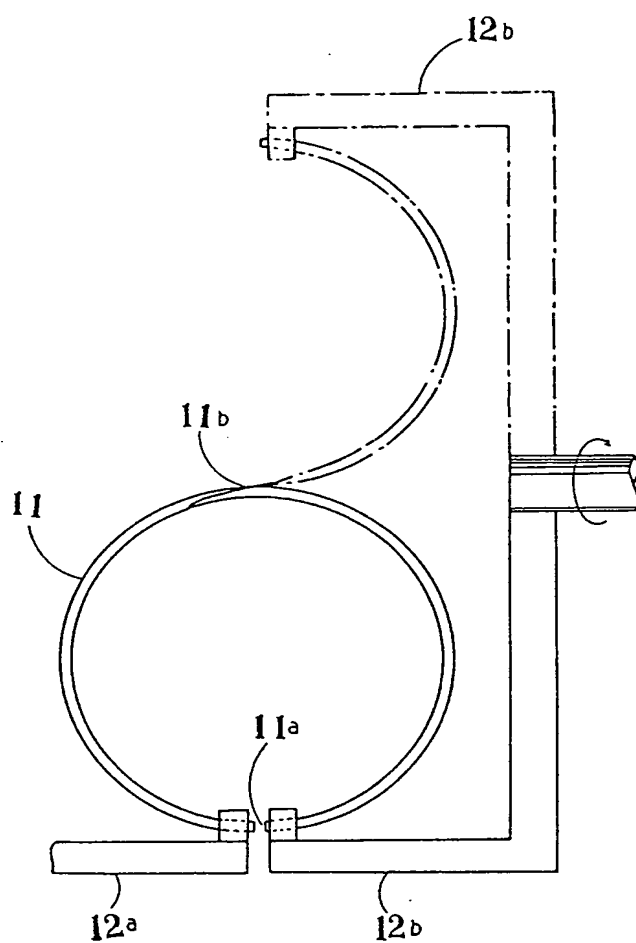


第 5 図



第 3 図

第 2 図



第 6 図